

CLIPPEDIMAGE= JP410087364A
PAT-NO: JP410087364A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10087364 A
TITLE: PRODUCTION OF LAMINATED CERAMICS

PUBN-DATE: April 7, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ITSUDO, YASUHIRO

FUKAZAWA, TAKAYUKI

KATOU, MASAHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOSHIBA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP08262342

APPL-DATE: September 12, 1996

INT-CL_(IPC): C04B035/00; B28B011/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a machine part material excellent in strength and heat resistance and capable of suppressing oxidation and corrosion at a high temp. by laminating a 1st layer contg. silicon carbide on a 2nd layer contg. a silicate compd. of a rare earth element with alumina in-between and joining the 1st and 2nd layers with the alumina by heating.

SOLUTION: A 1st layer contg. silicon carbide is laminated on a 2nd layer contg. a silicate compd. of a rare earth element represented by the formula

$\text{RE}_{2/5}\text{SiO}_5$ or $\text{RE}_{2/5}\text{Si}_2\text{O}_7$
(where RE is

Y, Yb, Er or Dy) with alumina in between. The silicate compd. is produced by heating a mixture of oxide of the rare earth element with silicon dioxide in a molar ratio of 1:1 in the case of $\text{RE}_{2/5}\text{SiO}_5$ and in a molar ratio of 1:2 in the case of $\text{RE}_{2/5}\text{Si}_2\text{O}_7$. The alumina is allowed to exist at the interface between the 1st and 2nd layers by $\leq 0.06\text{g/cm}^2$ in the form of a layer of 150 p m thickness. The layers are then joined by heating at 1,500-1,700°C. A compacted silicon carbide layer having about 1.3-1.9g/cm³ density and a compacted silicate layer are preferably used.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-87364

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月7日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

C 0 4 B 35/00

C 0 4 B 35/00

H

B 2 8 B 11/00

B 2 8 B 11/00

Z

審査請求 有 請求項の数 4 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平8-262342

(22) 出願日

平成8年(1996) 9月12日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 五戸 康広

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会

社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 深澤 孝幸

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会

社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 加藤 雅礼

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会

社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外3名)

(54) 【発明の名称】 積層セラミックスの製造方法

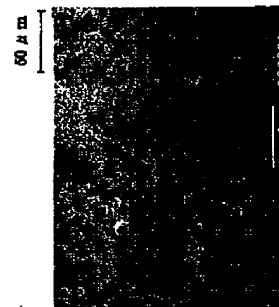
(57) 【要約】

【課題】 強度及び耐熱性に優れ、高温下での酸化及び腐食に充分対応可能な機械部品材料を提供する。

【解決手段】 炭化珪素を含有する第1層と希土類元素の珪酸化合物を含有する第2層とがアルミナを介して積層される積層体を形成し、この積層体を加熱処理することによって該第1層と該第2層とがアルミナによって接合され、積層セラミックスが得られる。

【効果】 炭化珪素と希土類元素の珪酸化合物層とが良好に接合、一体化される。

図面代用写真



【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭化珪素を含有する第1層と、一般式： RE_2SiO_5 又は $RE_2Si_2O_7$ （但し、式中のREは、Y、Yb、Er及びDyからなる群より選ばれる希土類元素を示す）で表される希土類珪酸化合物を含有する第2層とがアルミナを介して積層される積層体を形成し、該積層体を加熱処理することによって該第1層と該第2層とがアルミナによって接合されることを特徴とする積層セラミックスの製造方法。

【請求項2】 前記アルミナは、前記第1層と第2層との積層界面に対して 0.06 g/cm^2 以下の割合で介在させ、前記加熱処理の温度が $1700\sim 1950^\circ\text{C}$ であることを特徴とする請求項1記載の製造方法。

【請求項3】 前記アルミナは、前記第1層と第2層との積層界面に対して 0.06 g/cm^2 以下の割合で介在させ、前記加熱処理の温度が $1500\sim 1700^\circ\text{C}$ であることを特徴とする請求項1記載の製造方法。

【請求項4】 前記第1層は、炭化珪素を含有する粉末を成形し焼結して得られる焼結体層であり、前記第2層は、希土類酸化物と酸化珪素との混合物の加熱によって生成し、前記加熱処理の温度は 1750°C 以下であることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、強度等の機械的性質に優れ、高温下での耐酸化性、耐食性も備えた機械部品材料として好適なセラミックスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】窒化珪素（SiN）、サイアロン（Si-Al-O-N）、炭化珪素（SiC）などの非酸化物セラミックスは、高強度、耐熱性など多くの優れた特性を有するため、機械部品などとしての応用が積極的に進められている。しかし、ガスタービン部品のような高温での利用を考えた場合には、耐酸化性、耐食性に問題がある。特に、 1500°C 前後もしくはそれ以上の温度になると、酸化の進行による劣化は避けられない。これに対し、酸化物セラミックスは耐酸化性、耐食性に優れているが、高温での強度低下が著しい。つまり、非酸化物セラミックスも酸化物セラミックスも、単独では高強度及び耐熱性と高温下での耐酸化性及び耐食性との双方を満足させることができない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】そこで、非酸化物セラミックスの表面に酸化物層を形成すれば、耐酸化性及び耐食性が改善され、高温での使用に耐える機械部品材料となることが予想される。

【0004】ところが、通常、非酸化物セラミックスと酸化物セラミックスとの接合・一体化は難しく、接合しようとしてもすぐに分離する。又、接合した場合であっ

ても、一体化操作に加熱処理を伴うことによって、両者の物性の差、特に熱膨張係数の違いから、冷却過程において両者に引っ張りあるいは圧縮の残留応力が生じて亀裂の発生を招くことが多い。従って、従来の手法では非酸化物セラミックスと酸化物層との一体化は難しい。

【0005】本発明は、この様な従来技術の課題を解決するためになされたもので、強度及び耐熱性に優れ、高温下での酸化及び腐食に充分対応可能な機械部品材料を提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明者らは鋭意研究を重ねた結果、炭化珪素を主成分とする非酸化物セラミックスと希土類元素の珪酸化合物の層とをアルミナを用いて一体化できることを見だし、本発明の積層セラミックスの製造方法を発明するに至った。

【0007】本発明の積層セラミックスの製造方法は、炭化珪素を含有する第1層と、一般式： RE_2SiO_5 又は $RE_2Si_2O_7$ （但し、式中のREは、Y、Yb、Er及びDyからなる群より選ばれる希土類元素を示す）で表される希土類珪酸化合物を含有する第2層とがアルミナを介して積層される積層体を形成し、該積層体を加熱処理することによって該第1層と該第2層とがアルミナによって接合されることを要旨とする。

【0008】又、前記アルミナは、前記第1層と第2層との積層界面に対して 0.06 g/cm^2 以下の割合で介在させ、前記加熱処理の温度は $1500\sim 1700^\circ\text{C}$ である。

【0009】又、前記アルミナは、前記第1層と第2層との積層界面に対して 0.06 g/cm^2 以下の割合で介在させ、前記加熱処理の温度は $1700\sim 1950^\circ\text{C}$ である。

【0010】更に、前記第1層は、炭化珪素を含有する粉末を成形し焼結して得られる焼結体層であり、前記第2層は、希土類酸化物と酸化珪素との混合物の加熱によって生成し、前記加熱処理の温度は 1750°C 以下である。

【0011】上記方法によって、 $150\mu\text{m}$ 以下の厚さのアルミナ層が良好に第1層と第2層とを接合し、第1層を被覆する第2層によって第1層の酸化が防止されることにより、得られる積層セラミックスは高温での強度と耐酸化性、耐腐食性を兼ね備え、層間に生じる残留応力が低く、亀裂の発生が防止されるため、高温に晒される機械部品としての使用に耐える性能を備える。

【0012】

【発明の実施の形態】炭化珪素は、高温強度に優れるセラミックスであり、高温での耐酸化性、耐食性が改善されれば好適な機械部品材料となる。この改善は、耐酸化性、耐食性を有する酸化物セラミックスで炭化珪素表面を被覆することにより実現され、この目的のための酸化

物として、複合酸化物である希土類元素の珪酸化合物： RE_2SiO_5 又は $RE_2Si_2O_7$ （式中のREは、Y、Yb、Er及びDyからなる群より選ばれる希土類元素を示す）が適していることを本発明者らは見出した。上記希土類元素の珪酸化合物（以下、本願においては単にシリケートと称する）は耐熱性に優れ熱膨張係数が炭化珪素と近く、熱膨張挙動が類似している。但し、炭化珪素とシリケートとは、接触させて加熱しても接合されず、同時焼結によっても一体化しない。つまり、単に加熱処理するだけではこれらを一体化した積層物を得

【0013】本発明は、炭化珪素とシリケートとを接合するために、炭化珪素層とシリケート層との間にアルミナ（ Al_2O_3 ）を介在させて加熱処理するもので、これにより両層は良好に接合され、又、微妙な熱膨張挙動の差に起因する残留応力を緩和する。

【0014】以下、本発明をさらに詳細に説明する。

【0015】炭化珪素及びシリケートのアルミナによる接合は、炭化珪素層及びシリケート層の間にアルミナ薄層を介在させて加熱処理することにより達成される。接合する炭化珪素層及びシリケート層は成形体であることが好ましい。これらの成形体は、粉末を加压成形して得られる圧粉体あるいは更に焼結処理を施した焼結体のいずれであってもよく、例えば、炭化珪素粉末、アルミナ粉末及びシリケート粉末を層状に堆積させて同時に加压成形した積層物、炭化珪素焼結体又は圧粉体とシリケート焼結体又は圧粉体との間にアルミナ粉末を挟み込んだもの等が使用できる。圧粉体の圧粉密度は、操作上の必要等に応じて適宜設定することができるが、取扱の容易さ及び焼結時の緻密化等を考慮すると、炭化珪素については、 $1.3 \sim 1.9 \text{ g/cm}^3$ 程度に成形するのが好ましい。炭化珪素及びシリケートの焼結体は、各々の圧粉体を焼結温度に加熱することによって得られる。炭化珪素及びシリケートの焼結温度は、焼結助剤の有無や組成等によって変化するが、概して、炭化珪素の焼結温度は 2000°C 前後、シリケートの焼結温度は 1600°C 前後である。又、シリケート圧粉体に代えて、希土類酸化物粉末： RE_2O_3 （式中のREは、Y、Yb、Er及びDyからなる群より選ばれる希土類元素を示す）と酸化珪素（ SiO_2 ）粉末との混合圧粉体を用いてもよい。希土類酸化物と酸化珪素との混合物は、加熱すると希土類酸化物と酸化珪素とが反応してシリケートを生成するので、混合圧粉体をシリケートの焼結温度に加熱することによって、シリケートが生成すると同時に焼結が進行する。希土類酸化物と酸化珪素との混合比（モル比）が1：1では RE_2SiO_5 タイプのシリケートが生成し、1：2の場合には $RE_2Si_2O_7$ タイプのシリケートが生成するので、生成しようとするシリケートに応じて混合比を適宜調節すればよい。

【0016】上述のような炭化珪素層及びシリケート

（又は、希土類酸化物と酸化珪素との混合物）層の間にアルミナを介在させた積層物を加熱処理することによって、炭化珪素層とシリケート層とが接合される。介在するアルミナは、加熱によって一部は炭化珪素及びシリケートと反応もしくは固溶し、炭化珪素層及びシリケート層に対して接着剤のように作用して、炭化珪素層とシリケート層とを接合する。更に、アルミナは、冷却過程で両層間に生じる残留応力を低減して安定な積層セラミックスを形成することにも寄与する。但し、使用するアルミナの量が過剰であると、加熱処理後の積層体に形成されるアルミナ層が厚くなり、シリケートや炭化珪素とアルミナとの熱膨張係数の相違によってアルミナ層において亀裂が生じ、破壊が起こり易くなる。従って、加熱処理後の積層セラミックスに形成されるアルミナ層が $150 \mu\text{m}$ より厚くならないように、好ましくは $100 \mu\text{m}$ 以下となるように、使用するアルミナの量を調節することが望ましい。好適なアルミナの使用量は、接合する界面の面積に比例し、加熱温度や加熱時間などの処理条件によって変化するが、用いたアルミナがすべて緻密化して接合界面に残ると仮定すると、接合界面に対して約 0.04 g/cm^2 の割合でアルミナを用いた時に加熱処理後のアルミナ層の厚さが約 $100 \mu\text{m}$ になる。実際には、シリケート及び炭化珪素との反応又は固溶によってこれより薄くなる傾向にある。

【0017】炭化珪素セラミックスは導電性があるので、炭化珪素セラミックスをアルミナ懸濁液中に投入して炭化珪素セラミックスに負電圧を印加すると、電気泳動効果によりアルミナ粒子が炭化珪素セラミックスの表面に引き付けられ、アルミナ薄層が形成される。従って、この様な方法でアルミナ薄層を形成した炭化珪素セラミックスにシリケート成形体を接触させて加熱処理を行えば、シリケート層と炭化珪素層とがアルミナにより接合された積層セラミックスが得られる。電気泳動効果によるアルミナ層の形成は、厚さが数百 μm 以下の薄いアルミナ層を形成するのに適しており、電圧の印加時間の調節によって形成するアルミナ層の厚さを容易に制御できる。又、接合界面が曲面の場合にも均一なアルミナ層を形成することができる。

【0018】アルミナによる接合は、炭化珪素焼結体とシリケート焼結体とを接合する場合には、約 1500°C あるいはそれ以上の温度での加熱処理によって達成され、約 $1550 \sim 1750^\circ\text{C}$ に加熱するのが好ましい。接合する炭化珪素及びシリケートが圧粉体である場合には、加熱処理中に同時に圧粉体の焼結も成されるように加熱処理の温度を設定する必要があるが、シリケートの融点が炭化珪素に比べて低いので、約 $1750 \sim 1850^\circ\text{C}$ 程度の低めの温度で炭化珪素が焼結されるように加熱条件や焼結助剤組成も設定するのが望ましい。従って、接合のための加熱処理温度は、接合する両層の如何によって適宜設定される。

【0019】本発明においては、焼結助剤、潤滑剤等の通常用いられるような添加物を一般的な手法に従って使用することが可能であり、炭化珪素及びシリケートを各々主成分とする2層が良好に接合される。又、炭化珪素層については、繊維強化材等のような複合材であっても本発明の方法を適用して好適な積層セラミックスが得られる。

【0020】加熱処理により接合された積層セラミックスは、熱膨張係数の違いによる残留応力の発生が少ない安定した積層体であるが、急激な温度変化による亀裂の発生等を防止するために、加熱処理後の冷却は穏やかに行うのが好ましい。

【0021】

【実施例】以下、実験例により、本発明をさらに詳細に説明する。

【0022】〔原料粉末の調製〕炭化珪素粉末97重量部に、焼結助剤としてアルミナ粉末を3重量部添加し、ボールミルで混合した後乾燥して、炭化珪素層を形成するための粉末A1を調製した。

粉末 形成シリケート層

B1: Y_2SiO_5 ,

B3: Er_2SiO_5 ,

B5: $Y_2Si_2O_7$,

B7: $Er_2Si_2O_7$,

【0027】〔試料の作製〕試料1~48の各試料について、表1に従って以下の操作を行った。

(試料作製法1: 試料1~6) まず、1気圧のアルゴン雰囲気中で、成形型内に粉末A1を均一に投入し、その上に、粉末A1との接触面積当りのアルミナ量が表1に記載する値となるようにアルミナ粉末を層状に均一に積層し、更にその上に粉末B1~B8の1つを均一に投入して、1000kg/cm²のプレス圧力で1分間コールドプレスにより積層方向に加圧成形して積層体を得た。

【0028】次に、上記積層体をカーボンモールドに収容し、1気圧のアルゴン雰囲気中で表1に記載する加熱温度に保持して400kg/cm²のプレス圧力で60分間積層体のホットプレスを行った。ホットプレス後の積層体を室温まで冷却した後、積層体の炭化珪素層、アルミナ層及びシリケート層の状態を下記に従って評価した。

【0029】(試料作製法2: 試料9~16) 1気圧のアルゴン雰囲気中で、粉末A2をカーボンモールド内に均一に投入して2000℃に保持して400kg/cm²のプレス圧力で60分間ホットプレスを行って、炭化珪素焼結体を得た。

【0030】他方、1気圧のアルゴン雰囲気中で、粉末B1~B8の1種をカーボンモールド内に均一に投入して1600℃に保持して400kg/cm²のプレス圧力で60分間ホットプレスを行って、シリケート焼結体を得た。

【0031】上記炭化珪素焼結体をカーボンモールドに※50

*【0023】又、炭化珪素粉末98重量部に、焼結助剤としてホウ素粉末及び炭素粉末を各々1重量部ずつ添加し、ボールミルで混合した後乾燥して、炭化珪素層を形成するための粉末A2を調製した。

【0024】更に、炭化珪素粉末97重量部に、焼結助剤としてアルミナ粉末を3重量部添加し、ボールミルで混合した後乾燥して、炭化珪素連続繊維30重量部を加え混合して炭化珪素複合材層を形成するための粉末A3を調製した。

10 【0025】又、各希土類元素について、希土類酸化物粉末: RE₂O₃ (式中のREは、Y, Yb, Er及びDyからなる群より選ばれる希土類元素を示す)と炭化珪素(SiO₂)粉末とを、以下に示すように混合比(モル比)が1:1(シリケートとしてRE₂SiO₅を生成する場合)又は1:2(RE₂Si₂O₇を生成する場合)となるようにボールミル中で混合した後乾燥して、シリケート層を形成するための粉末B1~B8を調製した。

* 【0026】

粉末 形成シリケート層

B2: Yb_2SiO_5

B4: Dy_2SiO_5

B6: $Yb_2Si_2O_7$

B8: $Dy_2Si_2O_7$

※収容し、アルミナ粉末を表1に示す割合で炭化珪素焼結体上に積層してこの上にシリケート焼結体を重ね、1気圧のアルゴン雰囲気中で表1に記載する加熱温度に保持して400kg/cm²のプレス圧力で60分間積層体のホットプレスを行った。ホットプレス後の積層体を室温まで冷却した後、積層体の炭化珪素層、アルミナ層及びシリケート層の状態を下記に従って評価した。

【0032】(試料作製法3: 試料17~24, 33~48) 1気圧のアルゴン雰囲気中で、粉末A2をカーボンモールド内に均一に投入して2000℃に保持して400kg/cm²のプレス圧力で60分間ホットプレスを行って、炭化珪素焼結体を得た。

【0033】他方、1気圧の窒素雰囲気中で、成形型内に粉末B1~B8の1種を均一に投入し、1000kg/cm²のプレス圧力で1分間コールドプレスにより加圧成形してシリケート層形成用成形体を得た。

【0034】次に、上記炭化珪素焼結体をカーボンモールドに収容し、アルミナ粉末を表1に示す割合で炭化珪素焼結体上に積層してこの上に上記シリケート層形成用成形体を重ね、1気圧のアルゴン雰囲気中で表1に記載する加熱温度に保持して400kg/cm²のプレス圧力で60分間積層体のホットプレスを行った。ホットプレス後の積層体を室温まで冷却した後、炭化珪素層、アルミナ層及びシリケート層の状態を下記に従って評価した。

【0035】(試料作製法4: 試料25~32) 1気圧のアルゴン雰囲気中で、粉末A3をカーボンモールド内

に均一に投入して1750℃に保持して400kg/cm²のプレス圧力で60分間ホットプレスを行って、繊維を複合した炭化珪素焼結体を得た。

【0036】他方、1気圧の窒素雰囲気中で、成形型内に粉末B1～B8の1種を均一に投入し、1000kg/cm²のプレス圧力で1分間コールドプレスにより加圧成形してシリケート層形成用成形体を得た。

【0037】次に、上記炭化珪素焼結体をカーボンモールドに収容し、アルミナ粉末を表1に示す割合で炭化珪素焼結体上に積層してこの上に上記シリケート層形成用成形体を重ね、1気圧のアルゴン雰囲気中で表1に記載する加熱温度に保持して400kg/cm²のプレス圧力で60分間積層体のホットプレスを行った。ホットプレス後の積層体を室温まで冷却した後、炭化珪素層、アルミナ層及びシリケート層の状態を下記に従って評価した。

【0038】〔評価〕目視及び顕微鏡による検査によって以下のA～Fのいずれに該当するかによって評価を決定した。評価の結果を表1に記載する。

* (A) 炭化珪素層、アルミナ層及びシリケート層が良好に接合され、顕微鏡での観察でも亀裂等の欠陥が見られない。

(B) 顕微鏡での観察において接合界面の一部に微少な亀裂が認められるが、各層間が良好に接合され、完全に一体化した積層体である。

(C) 顕微鏡での観察においてシリケート層又は炭化珪素層の一部に微少な亀裂が認められるが、各層間は良好に接合され、完全に一体化した積層体である。

10 (D) 目視での観察において接合界面に亀裂が認められ、積層体の一体化が不完全である

(E) 目視での観察においてシリケート層又は炭化珪素層に亀裂が認められ、積層体の一体化が不完全である。

(F) シリケート層と炭化珪素層とが接合されず分離した。

【0039】

* 【表1】

試料	シリケート 用粉末	炭化珪素 用粉末	アルミナ量 (g/cm ²)	加熱温度 (℃)	作製法	評価
1	B1	A1	0.03	1750	1	C
2	B2	A1	0.03	1750	1	A
3	B3	A1	0.03	1750	1	A
4	B4	A1	0.03	1750	1	A
5	B5	A1	0.03	1750	1	A
6	B6	A1	0.03	1750	1	C
7	B7	A1	0.03	1750	1	A
8	B8	A1	0.03	1710	1	A
9	B1	A2	0.02	1550	2	A
10	B2	A2	0.02	1600	2	A
11	B3	A2	0.02	1550	2	A
12	B4	A2	0.02	1650	2	A
13	B5	A2	0.02	1600	2	A
14	B6	A2	0.02	1600	2	A
15	B7	A2	0.02	1600	2	A
16	B8	A2	0.02	1650	2	A
17	B1	A2	0.02	1550	3	A
18	B2	A2	0.02	1600	3	A
19	B3	A2	0.02	1550	3	A
20	B4	A2	0.02	1650	3	A
21	B5	A2	0.02	1600	3	A
22	B6	A2	0.02	1600	3	A
23	B7	A2	0.02	1600	3	A
24	B8	A2	0.02	1650	3	A
25	B1	A3	0.02	1550	4	A

9							10
26	B2	A3	0.02	1600	4		A
27	B3	A3	0.02	1550	4		A
28	B4	A3	0.02	1650	4		A
29	B5	A3	0.02	1600	4		A
30	B6	A3	0.02	1600	4		A
31	B7	A3	0.02	1600	4		A
32	B8	A3	0.02	1650	4		A

33	B1	A2	0.01	1550	3		A
34	B1	A2	0.03	1550	3		A
35	B1	A2	0.04	1550	3		A
36	B1	A2	0.06	1550	3		B
37	B1	A2	0.08	1550	3		D
38	B1	A2	0	1550	3		F
39	B1	A2	0.02	1750	3		C
40	B1	A2	0.03	1950	3		E

41	B3	A2	0.01	1550	3		A
42	B3	A2	0.03	1550	3		A
43	B3	A2	0.04	1550	3		A
44	B3	A2	0.06	1550	3		B
45	B3	A2	0.10	1550	3		D
46	B3	A2	0	1550	3		F
47	B3	A2	0.02	1750	3		A
48	B3	A2	0.03	1950	3		E

試料1～24の結果から、試料作成方法1～3のいずれにおいても良好に炭化珪素層とシリケート層とをアルミナ層を介して良好に接合できることが明かである。又、試料25～32から、炭化珪素を主成分としたマトリクスの複合セラミックスであっても同様に良好に接合できることが解る。

【0040】更に、試料37及び45の結果は、アルミナの使用量が過剰であると亀裂が発生することを示している。更に、試料40及び48の結果から、加熱処理温度は1800℃以下であるのが好ましいことを示している。

【0041】試料19の積層体の走査電子顕微鏡写真を図1の(a)に、その接合界面近傍の拡大写真を図1の(b)に示す。図2は図1の(b)を説明する図であり、図2に層1として示される部分に対応する図1(b)の部分がEr₂SiO₅層で、層2に対応する部分がAl₂O₃層、層3がSiC層である。

*【0042】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の積層セラミックスの製造方法は、高温強度と高温における耐酸化性、耐食性に優れた積層セラミックスが得られるものであり、その工業的価値は極めて大である。また、本発明の製造方法によって得られる積層セラミックスは、その優れた耐熱性により、高温下で使用される機械部品用材料として適しており、高品質の機械部品の供給が可能となる。

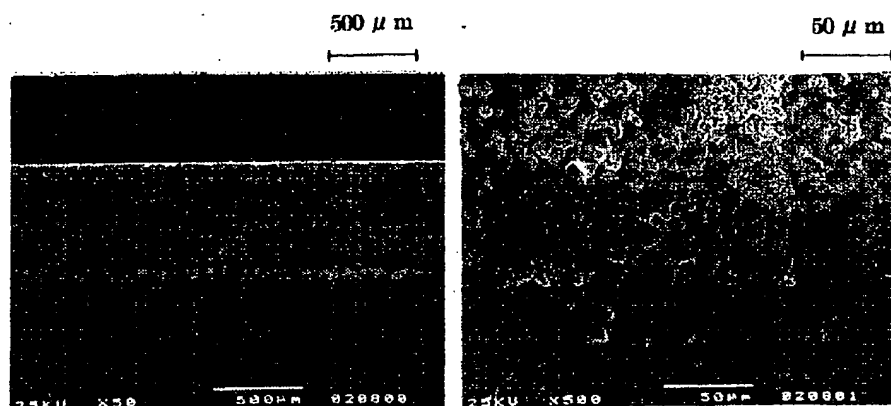
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る積層セラミックス（実施例における試料19）の組織を示す走査電子顕微鏡写真(a)、及び、走査電子顕微鏡写真(a)における接合界面近傍の拡大写真(b)。

【図2】図1の拡大写真(b)を説明するための概略図。

*

【図1】



(a)

(b)

【図2】

